

**WEST**

Generate Collection

Print

L10: Entry 2 of 10

File: JPAB

Mar 22, 1994

PUB-NO: JP406080437A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06080437 A

TITLE: METHOD AND APPARATUS FOR DRAWING OPTICAL WAVE GUIDE FIBER

PUBN-DATE: March 22, 1994

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

HARVEY, JILL A

HAWTOF, DANIEL W

SPICER, HENRY A

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

CORNING INC

APPL-NO: JP05120447

APPL-DATE: April 26, 1993

INT-CL (IPC): C03B 37/029; G02B 6/00

## ABSTRACT:

PURPOSE: To minimize fiber bow caused by differential stresses in a cladding layer by introducing a gas into a tube, through which a preform passes, and setting a fiber, which is drawn, within a prescribed temp. range.

CONSTITUTION: A furnace 12, which heats the preform 10, is a well-known induction heating furnace for drawing. A muffle furnace 20, which is made of a susceptible material such as zirconia, is heated with a high-frequency coil and is surrounded with an insulating material. A broken line 22 denotes an approximate position of a high temp. zone generated in the muffle 20. A tip end part of the preform 10 is heated to the drawing temp. in the vicinity of the broken line 22 at the time of the drawing process. The gas introduced at the top of an upper side muffle extended part 21 (Example: helium) flows down the muffle 20, passes through the preform 10 and passes a point of the maximum temp. shown by the broken line 22. The gas is heated to a temp. close to the drawing temp. At this time, the boundary layer of the gas is formed in the vicinity of a surface of the fiber and is moved together with the fiber 11.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

**WEST**

Generate Collection

Print

L6: Entry 8 of 14

File: JPAB

Nov 8, 1986

PUB-NO: JP361251536A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 61251536 A  
TITLE: PRODUCTION OF OPTICAL FIBER

PUBN-DATE: November 8, 1986

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

TSUKAMOTO, MAKOTO

OKAMURA, KOJI

MIKI, MASAJI

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

FUJITSU LTD

APPL-NO: JP60091939

APPL-DATE: April 26, 1985

INT-CL (IPC): C03B 37/027; G02B 6/00

## ABSTRACT:

PURPOSE: To stabilize the longitudinal core/clad ratio of an optical fiber, and to improve the yield of nondefective product, by thermally forming the spin- starting tip of an optical fiber preform in V-form before starting the spinning.

CONSTITUTION: A preform produced e.g. by CVD process is jacketed with a quartz tube at a part having stabilized longitudinal core-clad ratio and specific refractive index difference. The jacketed preform is thermally formed to an optical fiber preform 1 having an outer diameter of about 25mm $\phi$  and a round tip end. Then tip of the preform 1 is formed to the shape 12 (V-shape) by an oxyhydrogen burner, set in a spinning furnace, melted by heating, and drawn. The single mode optical fiber produced by the above process has the spin- starting part having remarkably shortened cutoff wavelength (proportional to core diameter) smaller than a designed level. The cutoff wavelength of the spun single mode optical fiber is stable within 1.20 $\pm$ 1.22 $\mu$ m over a length of 20km.

COPYRIGHT: (C)1986, JPO&amp;Japio

**WEST**

Generate Collection

Print

L8: Entry 3 of 47

File: JPAB

Jul 28, 2000

PUB-NO: JP02000206344A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000206344 A

TITLE: BASE MATERIAL OF PLASTIC OPTICAL FIBER, MANUFACTURE THEREFOR, AND WIRING DRAWING  
METHOD FOR PLASTIC OPTICAL FIBER

PUBN-DATE: July 28, 2000

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

FUJII, TAKASHI

TAKAGI, MASAHIRO

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

APPL-NO: JP11004835

APPL-DATE: January 12, 1999

INT-CL (IPC): G02 B 6/00

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To shorten the master drop time and to manufacture a favorable plastic optical fiber at good yield by making the softening temperature of a master material part lower than the softening temperature of a middle part of a base material to be spun.

SOLUTION: In a base material 11A, a tip master material part 10A whose softening temperature is lower is softened at a temperature lower than that of a middle part 14 forming a product. Therefore, it enters the state immediately before the master drop in a short time, so that a softened area of the middle part side forming a product is narrowed. Accordingly, the shape of the base material 11A immediately before the master drop is near the steady state, a part 15 to be discarded until it reaches a steady state is small, and when wire drawing is started, the fiber can be manufactured in a short time. A concrete means for lowering the softening temperature of the master material part 10A of the base material 11A tip is to spray a solvent for dissolving the material of a plastic optical fiber, or to impregnate the tip of the base material 11A with a solvent by repeating dipping and drying, so that the tip is swollen. Thus, it is possible to obtain the base material 11A having the tip whose softening temperature is lower than that of the middle part.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-206344

(P2000-206344A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 6/00

識別記号

3 6 6

F I

G 0 2 B 6/00

テマコード\* (参考)

2 H 0 5 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平11-4835

(22) 出願日

平成11年1月12日 (1999.1.12)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 藤井 隆志

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 高城 政浩

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(74) 代理人 100078813

弁理士 上代 哲司 (外2名)

Fターム(参考) 2H050 AA13 AA16 AA17 AB43Z

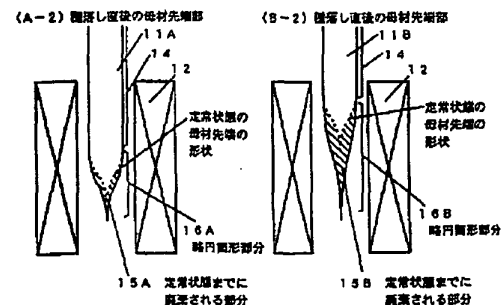
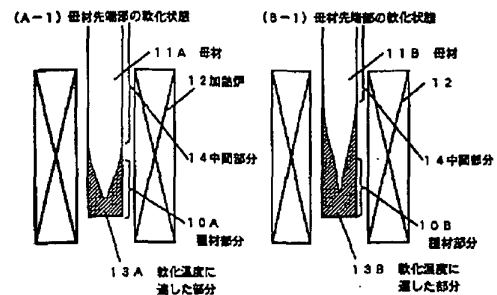
AC03 AC05

(54) 【発明の名称】 プラスチック光ファイバの母材、その製造方法、及びプラスチック光ファイバの線引き方法

(57) 【要約】

【課題】 プラスチック光ファイバ母材先端の種剤部分の種落し時間を短縮し、定常状態の線引き速度まで速やかに線引き速度を上昇さ、母材から製品化されるプラスチック光ファイバの量を増やし、生産性を高める。

【解決手段】 プラスチック光ファイバの母材先端部分の種材部分の軟化温度を母材中間部分より低くする。また、種材部分に溶剤を含浸せたり、数平均分子量の低い種材とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 加熱炉を用いて軟化させて紡糸するプラスチック光ファイバの製造に使用されるプラスチック光ファイバの母材であって、前記母材先端の種材部分の軟化温度がプラスチック光ファイバ製品に紡糸される前記母材の中間部分の軟化温度と比較して低いことを特徴とするプラスチック光ファイバ母材。

【請求項2】 前記種材部分に前記プラスチック光ファイバが溶解する溶剤が含まれてなることを特徴とする請求項1に記載のプラスチック光ファイバ母材。

【請求項3】 前記種材部分が、前記母材と同種の材料でかつ重量平均分子量の低い材料からなることを特徴とする請求項1に記載のプラスチック光ファイバ母材。

【請求項4】 加熱炉を用いて軟化させて紡糸するプラスチック光ファイバの製造に使用されるプラスチック光ファイバの母材の製造方法であって、前記母材先端の種材部分に前記プラスチック光ファイバが溶解する溶剤を含浸させて前記種材部分の軟化温度をプラスチック光ファイバ製品に紡糸される前記母材の中間部分の軟化温度より低くすることを特徴とするプラスチック光ファイバ母材の製造方法。

【請求項5】 加熱炉を用いて軟化させて紡糸するプラスチック光ファイバの製造に使用されるプラスチック光ファイバの母材の製造方法であって、前記母材の先端部分が前記母材の中間部分より重量平均分子量の低い同種の材料を用い、前記母材の中間部分と一体に製造することを特徴とするプラスチック光ファイバ母材の製造方法。

【請求項6】 加熱炉内に保持したプラスチック光ファイバの母材の先端を軟化させ種材として落下させてプラスチック光ファイバの線引きを開始するプラスチック光ファイバの線引き方法であって、前記母材として前記軟化させて落下させる母材先端の種材部分の軟化温度がプラスチック光ファイバ製品に紡糸される前記母材の中間部分の軟化温度と比較して低い母材を使用すること特徴とするプラスチック光ファイバの線引き方法。

【請求項7】 前記母材先端の種材部分に前記プラスチック光ファイバの材料が溶解する溶剤を染み込ませた後に、前記母材を前記加熱炉内に導入することを特徴とする請求項6に記載のプラスチック光ファイバの線引き方法。

【請求項8】 前記母材先端の種材部分のプラスチック材料の重量平均分子量が前記母材の中間部分と比較して小さいことを特徴とする請求項6に記載のプラスチック光ファイバの線引き方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラスチック光ファイバ母材の構造、その製造方法、およびプラスチック光ファイバ野線引き方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】コア部及びクラッド部がプラスチック材料から構成されるプラスチック光ファイバは接続作業などの取扱いが簡便であることから構内LAN (Local Area Network) などの比較的短距離の通信に使用されている。図2(A)に示すように、このようなプラスチック光ファイバ20は一般に外側のクラッド部22と内部のコア部21の同心円状2層構造を有した外径0.3〜1.0mmの線材で、さらに外側に被覆23を設けるなどして実用に供される。主な光の伝送路となるコア部21は周囲のクラッド部22より屈折率が高く伝播する光を閉じ込める構造を備える。この屈折率の分布の形状は同図(B)に概念図を示すコア部が階段状にクラッド部より屈折率の高いステップインデックス型の屈折率分布を持つものが実用化されており、さらに高容量の情報伝送が可能な同図(C)に概念図を示すコアの中心で最大値を持つ放物線状の屈折率分布を備えるグレイデッド型の屈折率分布をもつものが提案されている。

【0003】これらプラスチック光ファイバの製造方法としては、特開平08-106015号公報に記載のある、コア部とクラッド部からなるプラスチック光ファイバの母材をあらかじめ形成し、これを加熱溶融により線引きして紡糸する方法により製造することが一般的である。図3はプラスチック光ファイバの線引き設備の概略を示した図である。同一外径で良好な品質のプラスチック光ファイバが製造される定常状態では、母材供給装置31は一定の速度で母材30を加熱炉32に挿入していき、一方牽引装置35は、外径測定装置33の測定結果を基に線引きされたプラスチック光ファイバ38の外径を一定に保つように牽引装置35の速度、すなわち線引き速度を微調整しながら、母材30の外径とプラスチック光ファイバ38の外径の比に対応するほぼ一定の速度でプラスチック光ファイバ38を牽引し、巻取りリール37にて巻き取る。

【0004】線引き作業の開始時には、まず、図4(A)に示すように、母材30は母材供給装置31により垂直に先端部分30Aを加熱炉32の最も高温に加熱される部分に置いて保持される。この状態で先端部分30Aの端にあたる種材部分40の温度が軟化温度以上に上昇すると種材部分40は、同図(B)、(C)に示すように、軟化して自重で落下する。続いて、同図(D)に示すように、母材先端部分30Aは先細りの略円錐状の形状となり、この母材先端部分30Aからこの種材部分40に引かれて降りてきた糸状部分39をそのまま引き出し、牽引装置35に導いて牽引を開始し、プラスチック光ファイバの紡糸を開始する。この一連の作業を種落しと呼ぶ。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このよ

うなプラスチック光ファイバの種落し作業においては、種材部分が自重で落下するまで長時間にわたって加熱する必要があり、線引き作業の開始までの設備が停止時間が長く製造性が低いという問題があった。

【0006】また、母材先端から牽引されて製品としてプラスチック光ファイバが紡糸される定常的線引き状態と異なり、種落しのための加熱で母材は長時間加熱炉内で移動すること無く加熱されるため母材先端付近の広い範囲で温度が上がり、種落しの直後において略円錐形状の母材先端部分が長くなる現象が起こっていた。良好なプラスチック光ファイバが製造される定常状態の母材先端部分の形状は種落し直後の状態と異なり、定常状態に至るまでの間はクラッドとコアの比率が変化してしまうため伝送特性の良好なプラスチック光ファイバが製造できないという問題があった。また、種落しから定常状態となるまでの時間は線引き設備は全く製品を製造できず、生産性が低くなる問題があった。

【0007】さらに、母材先端付近は加熱炉中で長時間加熱されるために製品となる部分で材料の熱分解等による気泡の発生や材料の酸化による着色が生じることがあり、得られたプラスチック光ファイバ外径やコア部、クラッド部の比率が適正な部分においてもこの気泡や着色が伝送損失の増加や機械強度の低下を生ぜしめることがあり品質面の問題となっていた。さらに、定常状態と異なる長時間の加熱は母材を構成するプラスチック材料の架橋を進め母材の先端部分付近と中間部分の軟化特性の相違を生じてしまい、線引き中に加熱炉の温度を変化させる必要が生じるなど製造上の問題が生じていた。これらの問題が生じる結果、製造した母材の多くの部分が良好なプラスチック光ファイバとして利用されること無く廃棄され、歩留まりが低く、生産性、コスト面で問題であった。

【0008】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は、発明者らが上記の課題に鑑み、種落しの要する時間を短縮し、良好なプラスチック光ファイバを歩留まり良く製造することを目的に成されたものである。

【0009】すなわち、本発明は、加熱により軟化させてプラスチック光ファイバを製造するのに用いられるプラスチック光ファイバの母材であって、母材先端の種材部分の軟化温度がプラスチック光ファイバ製品に紡糸される母材の中間部分の軟化温度と比較して低いことを特徴とする。さらに、本発明は、プラスチック光ファイバの線引き方法であって、軟化させて落下させる母材先端の種材部分の軟化温度がプラスチック光ファイバ製品に紡糸される母材の中間部分の軟化温度と比較して小さいことを特徴とする。また、このプラスチック光ファイバの線引き方法において、母材先端の種材部分にプラスチック光ファイバの材料が溶解する溶剤を染み込ませた後に母材を前記加熱炉内に導入することをも

く、母材先端の種材部分のプラスチック材料の重量平均分子量が母材の中間部分と比較して小さいことを特徴としてもよい。

【0010】本発明者の知見によれば、母材先端部分の軟化温度を低くすることで短時間の加熱により種落しを行うことが可能となり、種落しに要する時間を短縮することができる。同時に、種落しに至る母材先端付近の加熱時間が短縮できることから、先端部分に近接する中間部分の温度の上昇は小さく変形しにくいため母材先端部分の略円錐形部分の長さは定常状態の形状に近いものとなり定常的な条件での線引きが種落し後早い時期に開始できるのである。また、同時に長期間の加熱で生じる気泡や酸化の問題を防ぐことができるのである。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は種落し前後の加熱炉内の様子を模式的に示した図である。図中(B-1)は従来技術による母材11Bの種材部分10Bが落ちる直前の状態を示し、ハッチングで示した領域13Bが長時間の加熱炉12による加熱で軟化している。ここで、加熱炉の中央から上方に離れるにつれ温度が下がるため、軟化温度以上に温度が上昇する部分は13Bに示すように、直接加熱される外側のクラッド部の割合が高くなる。このため、多くのクラッド材を含んだ長い区間の材料が軟化して種として落下する結果、種落し直後の母材先端の形状は細長い略円錐形部分16Bとなる。そこで、細長い種落し直後の略円錐形部分16Bが破線で示す定常状態の母材先端の形状になるまでに線引きされるハッチングで示した材料が線引きされている間は、クラッド部材とコア部材の割合が定常状態の割合と異なり、良好な製品の製造はできない。このためプラスチック光ファイバを線引きする工程の歩留りは非常に低いものとなるのである。

【0012】一方、図1(A-1)は本発明の母材11Aを用いた場合の種が落ちる直前の状態を示し、13Aで示したハッチングの領域が加熱により軟化温度に達している。本発明の母材では母材先端の軟化温度の低い種材部分10Aが製品となる中間部分14より低い温度で軟化するため、前述の従来技術の場合より短時間で種の落下直前の状態に至り、その結果製品となるべき中間部分側の軟化している領域が狭くなる。この結果種落し直後の母材の形状は同図(A-2)に示すとおり定常状態に近く、15Aで示す定常状態に至るまでに廃棄される部分が少なく、線引きを開始すると短時間で製品の製造が可能となるのである。

【0013】母材先端部分の種材の軟化温度は、150～250℃で線引きされるプラスチック光ファイバであれば、製品となる中間部分より10℃以上低いと上記のような作用が発現し、また50℃以上低いと種材部分のみが軟化して落下し、中間部分の先端につながる糸材を引き出すことができない。このため、まったく異なる軟

化温度の低い材料を取りつけるのではなく、母材の先端の種材部分に軟化温度が低下するように処理を加えるか、あるいは母材と溶融一体化しやすい軟化温度の低い同種材料を用意してこれを母材の先端に一体化させて種材とするのが望ましい。ここでいう軟化温度とは、JIS K-7210のメルトインデックス測定法に使用される装置を用い、荷重を2160gとして温度を変化させて10分間に1gの吐出量が観測される温度として定義される温度であり、プラスチック光ファイバが加熱炉に導入されて種材が落下するまでの時間はこの軟化温度が低いほど早くなる。

【0014】本発明によるプラスチック光ファイバ母材及びプラスチック光ファイバの線引き方法は上記の知見に基づくものである。すなわち、母材先端部の種材に相当する箇所の軟化温度を母材先端部分の軟化温度の低下を行う具体的な手段としては、プラスチック光ファイバの材料が溶解する溶剤を吹き付けたり、あるいは浸漬と乾燥を繰り返したりして母材先端部分に染み込ませ、母材先端部分を溶剤により膨潤させた状態にすることで、溶剤を含んだ先端部分が含まない中間部分に比べて軟化温度が低い母材を得ることができる。このようなプラスチック光ファイバ材料と溶剤の組み合わせとしては、アクリル酸系のプラスチック光ファイバ材料に対してアセトン、メチルエチルケトン、テトラヒドロフラン、メチルイソブチルケトン、ジオキサン、モノクロロベンゼン、酢酸エチルなどがある。

【0015】また、母材先端部分を構成するプラスチック材料の重量平均分子量を中間部分より低くすることによってこの部分のプラスチック材料のガラス転移点を下げ、軟化温度を低下させることができる。具体的には、液状の樹脂材料を重合して母材を製造する際に重合容器の母材先端部分について、この部分が収容された重合容器の先端を低温の壁面に接触させておくなどして、重合温度を低く保持することによって母材先端部分の重合速度を低下させ重量平均分子量を下げることができる。あるいは母材の先端にあらかじめ重量平均分子量の小さなプラスチック材料を準備して中間部分をこれに連続するように形成することにより、母材先端部分のプラスチック材料の重量平均分子量が母材の中間部分と比較して小さい母材を製造することができ、このような重量平均分子量の低い部分は母材先端部分を樹脂材料を重合により製造する際に中間部分に比べて多量の連鎖移動剤を配合することなどによって製造することができる。ここで母材の先端部分の重量平均分子量は中間部分の重量平均分子量の70%以下であれば十分な軟化温度の差異を与えることができ、種落しを早めるなどの本発明の効果を得ることができる。この重量平均分子量は液体クロマトグラフィーなどにより容易に測定することができる。

【0016】以下、実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

い。

（実施例1）まず、メチルメタクリレート（MMA）に重合開始剤であるジ-tert-ブチルペルオキシド（DBP）を0.5重量%と連鎖移動剤であるn-ブチルメルカプタン（n-BM）を0.2重量%添加したクラッド材混合溶液を作成した。これを片端が封止された内径30mmのガラス管に入れて、ガラス管の非封止端に栓をしてガラス管の中心軸を水平におき、軸を中心に1500回転/分の速度で回転させながら、90℃の雰囲気中に20時間置いて重合させ、外径30mm、内径14mm、長さ400mmのパイプ状のクラッド材を作成した。クラッド材をなす樹脂の数平均分子量は10万であった。次に、MMAに高屈折率成分である安息香酸ベンジル（BEN）を25重量%、重合開始剤であるDBPを0.5重量%、連鎖移動剤であるn-BMを0.2重量%添加したコア材混合溶液を作成し、先に製作したガラス管に入った状態のパイプ状のクラッド材の中空部分に注入して、90℃のオイルバス内に垂直に保持して加熱し、コア材を重合させた。引き続き、ガラス管を除くことにより、外径30mm、長さ400mmの円筒状のプラスチック光ファイバの母材を得た。

【0017】製作した母材を垂直に把持して回転させながら、10分間にわたり、種材に当たる先端50mm部分にアセトンを吹き付け、母材先端部分にアセトンを染み込ませた。この母材先端部分にアセトンを含む母材を線引き装置に取り付け、炉内を満たした窒素ガスの温度が中間部分を製品として線引きするのに最適な温度である200度となるように加熱した状態で、加熱炉の所定位置に母材を置いて種落しを開始したところ、20分で種が落下し種落しが終了した。この際落下した種材の部分にはアセトンの揮発により発泡が見られた。またその後線引き速度7m/分で線引きを続けた結果、線引き速度と母材供給速度が一定の比率となり線引き状態が安定するまでに要した時間は30分であった。この時点で製造されたプラスチック光ファイバのコア径は設計値の0.28mmとなっており良好な製品の製造が可能であり、これを引き続き線引きを継続して外径0.60mmのプラスチック光ファイバを680m製造することができた。このようにして得られたプラスチック光ファイバを50m毎に切断し、それぞれの部分の伝送損失を、発光波長650nmのレーザーダイオードを定常モードで励振させる光源としてプラスチック光ファイバの片端に接続し、他端からの出光をパワーメータで受光し、プラスチック光ファイバを接続しなかった場合と比較して、伝送損失を測定した。その結果、線引き状態が安定した後のプラスチック光ファイバの伝送損失は全長に亘って150dB/km以下と良好な光学特性を有することが確認できた。

【0018】また、別に同様にアセトンを含浸させて製造した母材の先端部分の種材に当たる部分の軟化温度を

測定した結果200℃と、母材中間部分の220℃に対し低い値を得ることが確認できた。さらに種落し直後の母材先端部分の略円錐形部分の長さを、母材外径が28mmとなる箇所から3mmとなる箇所までの距離と定義して、測ったところ50mmであった。また、定常状態で線引きをしている母材の先端部分の略円錐形部分の長さを同様に測ったところ、結果は45mmであり、種落し直後の母材先端部分と5mmしか変化していなかった。このように、実施例1に示した手法によると10分程度の簡便な処理で設備コストの高い線引き装置を用いた種落し時間の短縮と良好な製品の長尺製造が可能であることが確認できた。

【0019】(比較例1)実施例1と同様の方法でプラスチック光ファイバの母材を作成し、アセトンの吹き付け含浸作業のみ行わずに、実施例1と同様の条件とした線引き装置に取り付け、種落しと線引き作業を行い、外径0.60mmのプラスチック光ファイバを製造した。種を落下させるまでの時間は45分と実施例1に対して長い時間を要した。また、同様に製造した別の母材を用いて測定した種落し直後の母材先端部分の形状は、母材の先端部分が広い範囲で軟化したため、略円錐形部分の長さが実施例1の場合と比べて120mmと長かった。この長い略円錐形部分を有する母材を線引き速度が安定する定常状態まで線引きするのに45分を要した。これは、急速に母材を供給すると種落しの際に軟化している母材先端部分が融け落ちてしまうため、一定の速度で母材を供給せざるを得ず、この結果徐々に線引き速度が母材外径とプラスチック光ファイバ外径の比で決まる定常状態に近づくためである。一方、定常速度での線引きを開始した後も長い略円錐形部分ではコア部に比べクラッド部の割合の多いプラスチック光ファイバが製造されてしまい、外径0.60mmの製品として利用できるコア層の径が設計値の $0.28 \pm 0.1$ mmとなり良好な製品が製造できるまでには更に15分を要した。これは、種落し時にコア部、クラッド部の比率が乱れたこと、長時間の加熱により部分的に母材材料の架橋、分解などが生じ軟化状態での流動特性に変化が生じたことなどによる。このような箇所に相当するプラスチック光ファイバの伝送損失を実施例1と同様の方法で測定すると、300dB/kmを越えたり、局所的に数cmの区間で50dBを越える箇所が生じたりして、伝送特性上良好な特性は得られなかった。この結果、良好な製品は400mしか製造できなかった。すなわち、表1にまとめるとおり、本発明により実施例1の技術を用いると、比較例1に対して170%の歩留りと70%の歩留りの改善が確認でき、本願発明の効果が確認できた。

【0020】(実施例2)実施例1と同様の方法で製造し、アセトンを含浸させる前のプラスチック光ファイバ母材の種材部分にあたる母材先端の5cmの区間に母材を回転させながら、10時間にわたりアセトンを吹き付

け、表面をアセトンでぬれた状態にした。引き続き、この母材を60℃に加熱した真空乾燥機で24時間乾燥させた。この処理の後の母材先端部分の外径は、母材にアセトンが含浸するのと並行して、母材の材料がアセトンに溶解して流出した結果、元の30mmから28mmへと小さくなった。この様にして得た母材先端の種材部分の軟化温度を測定した結果190℃であった。この母材を実施例1と同様に線引き設備に取り付け線引きを行った結果、種の落下までの時間が15分と短く、また線引き速度が定常の7m/分まで上昇するのに要した時間は20分であった。種落し時間が短くなったのは、アセトンが母材内部まで含浸して母材をプラスチック材料を膨潤させ、種材部分の軟化温度を低下させた効果である。また、線引き速度の安定化の要する時間が短くなったのは、母材の先端部分の形状が、実施例1に比べても、さらに線引き状態と近く容易に定常状態の形状に至ったためと推定される。

【0021】この実施例2の母材からは良好なプラスチック光ファイバが790m製造でき、また製造されたプラスチック光ファイバを50m毎に切断して、実施例1と同様に測定した伝送損失は、全ての区間について150dB/km以下と良好なものであった。この結果を比較例1と比較すると、良好品の歩留りは198%と約2倍に大幅に改善した。この実施例で、実施した溶剤の含浸方法は評価用に1本の母材について行ったもので、工業的には多数の母材を一度に溶剤槽に浸漬、引き上げを繰り返すなどの手段を用いて同様の溶剤の含浸効果を与えることが可能であり、低コストで多量の母材の処理が可能である。

【0022】(実施例3)まず、MMAに重合開始剤であるDBPを2.0重量%と連鎖移動剤であるn-BMを0.2重量%添加した種材混合溶液を作成した。これを片端が封止された内径30mmのガラス管の底から50mmの区間に入れて90℃のオイルバス内に垂直に保持して20時間加熱し、ポリメチルメタクリレートからなる種材を重合させた。この種材の合成では重合開始剤量、連鎖移動剤量が、実施例1と同様の配合を用いた中間部分のコア部、クラッド部の合成に用いたコア材混合溶液、クラッド材混合溶液よりも多く、これにより種材部分の重合生成物の架橋密度が低下し、数平均分子量は3万となった。また、この種材部分の軟化温度は200℃と低下した。ガラス管の種材部分の上の空間を用いて実施例1と同様の配合のクラッド材混合溶液、コア材混合溶液を用いて、実施例1の製造方法に従ってパイプ状のクラッド部とその内部のコア部を作成し、先端に50mmのポリメチルメタクリレートからなる種材を備えた外径30mm、全長400mmのプラスチック光ファイバの母材を製造した。

【0023】この母材を線引き設備を用いて、実施例1と同様に種落しをし、線引きを行った結果、種落しに要



した時間は30分で、定常状態の線引き速度に達するまでの時間は30分であった。また600mの良好なプラスチック光ファイバを得ることができた。この方法によると、種材として落下させる部分には材料コストの高い高屈折率成分を配合したコア部をほとんど含まず、また溶剤処理などの付帯処理が必要な工程無しに生産性を向上できる。また、種材部分の合成はコア部の製造に用いるオイルバスへの浸漬により行えるため、新たな設備の追加が必要なく、また多数の母材の同時製造が可能であるため、生産性が高い利点がある。

【0024】(実施例4) 実施例1に示したコア部、クラッド部の軟化温度を比較すると安息香酸ベンジルを25重量%含むコア部の軟化温度が190℃と低いことか\*

	種材部分の軟化温度	種落しまでの時間	種落し後、良好製品を得るまでの時間	良好製品長	比較例1を100%とした良好製品長比率
実施例1	200度	20分	30分	680m	170
実施例2	190度	15分	20分	790m	198
実施例3	200度	30分	30分	600m	150
実施例4	190度	15分	20分	760m	190
比較例1	220度	45分	45分	400m	100

【0026】

【発明の効果】 上述したように本発明によれば、種材部分の軟化温度の低い母材を提供することにより、短時間で種落しができ、短時間で定常状態の線引き速度での良好なプラスチック光ファイバ製品の製造が可能となる。また、種落しのための長時間の加熱が避けられるため、母材の酸化や分解が生じず、母材先端付近のクラッド部とコア部の比率が安定することから、母材から採れる良好なプラスチック光ファイバの長さを40%程度増加させることができる。これにより、生産性、歩留まりが向上し、低コストで高品質のプラスチック光ファイバを製造することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態を従来の技術と比較して説明するための図である。(A-1)は本発明による母材先端部の軟化状態、(A-2)は本発明による種落し直後の母材先端部、(B-1)は従来技術による母材先端部の軟化状態、(B-2)は従来技術による種落し直後の母材先端部である。

【図2】 プラスチック光ファイバを説明する図である。(A)はプラスチック光ファイバの断面構造、(B)はステップ型屈折率分布、(C)はグレイデッド型屈折率分布である。

【図3】 プラスチック光ファイバの線引き設備を説明する図である。

【図4】 プラスチック光ファイバの種落しを説明する図である。(A)、(B)、(C)、(D)は、母材先端部の加熱が開始されてから、略円錐形の形状に至るまでの母材先端部の形状変化を示す。

\*ら、実施例3と同様の方法で種材のみを実施例1のコア材用混合溶液を用いて、プラスチック光ファイバの母材を作成した。これを実施例3と同様に線引き設備により、種落しを行い、引き続いて線引きした結果15分で種落しが終了し、定常状態まで線引き速度が上昇するのに要した時間は20分であった。また、伝送特性が良好なプラスチック光ファイバは760m製造できた。この手法は、種材混合溶液として硬化物の軟化温度の低いコア材混合溶液を用いることで原料となる未硬化樹脂溶液の準備・保管が容易である利点がある。

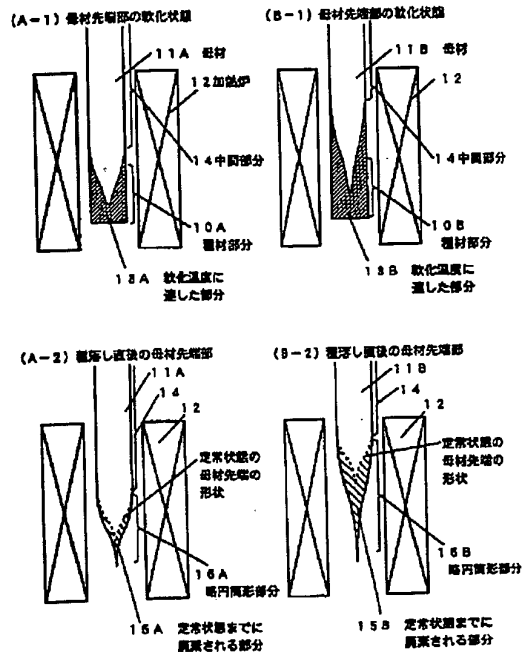
【0025】

【表1】

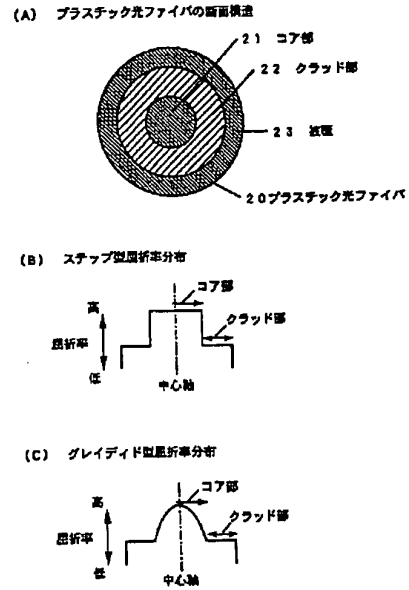
※【符号の説明】

- 10A：種材部分
- 10B：種材部分
- 11A：母材
- 11B：母材
- 12：加熱炉
- 13A：軟化温度に達した部分
- 13B：軟化温度に達した部分
- 14：中間部分
- 15A：定常状態までに廃棄される部分
- 15B：定常状態までに廃棄される部分
- 16A：略円錐形の部分
- 16B：略円錐形の部分
- 20：プラスチック光ファイバ
- 21：コア部
- 22：クラッド部
- 23：被覆
- 30：母材
- 30A：母材先端部分
- 31：母材供給装置
- 32：加熱炉
- 33：外径測定装置
- 34：ガイドローラ
- 35：牽引装置
- 37：巻取りリール
- 38：プラスチック光ファイバ
- 39：糸状部分
- 40：種材部分

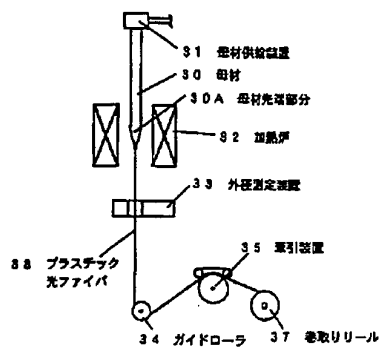
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

